Lane Medical Library

Aus dem Physiologischen Institut der Universität München.

Vorstand: Professor Dr. Ph. Broemser.

Mehlzusätze und ihre Verdaulichkeit.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität
zu München.

Vorgelegt von

Walter Zabel
Zahnarzt
aus Hamburg.

München
Buchdruckerei Hohenhaus, Landwehrstraße 29 (Ecke Schillerstraße)
1935

Referent: Professor Dr. Hahn.

Tag der mündlichen Prüfung: 25. Febr. 1935.

Meinen lieben Eltern in Dankbarkeit
gewidmet!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154014_0159

Schon die alten Chroniken melden, daß der Mensch in Zeiten der Not und des Nahrungsmangels zur Verwendung von anscheinend geringwertigen Pflanzenstoffen gegriffen hat. So wurden häufig auch in Deutschland Häcksel, Strohmehl, Heu, Sägemehl, als Hauptzusatzmittel dem Mehl beigemischt. Man legte weniger Wert auf Geschmack und Verdaulichkeit (Ausnutzbarkeit), sondern die Hauptsache war die Stillung des Hungergefühls durch die beigemengten Füllstoffe. Diese zugesetzten Füllstoffe waren zwar für den menschlichen Verdauungsschlauch unter Umständen nicht gefährlich, trotzdem sie überwiegend aus harten Bestandteilen aufgebaut waren, aber sie enthielten in dieser Form keine für den menschlichen Organismus aufschließbaren Nährstoffe, weil diese in den wenig angreifbaren Zellhäuten der Pflanzen eingeschlossen waren.

Doch im Laufe der Jahre haben sich die Anforderungen, die man in Bezug auf die Brauchbarkeit der Zusatzmittel zum Mehl stellte, gehoben. Die Zusatzmittel mußten folgenden Ansprüchen genügen:

1. Sie durften nicht gesundheitsschädlich sein.
2. Sie sollten die Verdauungsvorgänge im menschlichen Organismus nicht ungünstig beeinflussen.
3. Die Schmackhaftigkeit, der Geruch und die Bekömmlichkeit sollten durch die Zusatzmittel nicht herabgesetzt werden.
4. Die Haltbarkeit der Mehle durfte durch die Zusätze nicht angegriffen werden, ferner sollten sie möglichst nicht nur als Füllmaterial, das nur vorübergehend eine Sättigung

hervorruft, gelten, sondern, wenn irgend möglich, auch noch gewisse verdauliche Baustoffe für den Menschen enthalten.

Mehlzusätze.

A. Kleie.

Schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts hatte J. v. Liebig die Frage aufgeworfen, ob man zum Backen von Brot und Gebäck dem Mehl die Kleie — ein Gemenge von nährenden Bestandteilen und Zellmembranen verschiedener Art (Fruchtschale, Samenschale, Kleberzellenschicht etc.) — belassen sollte, oder ob es zweckmäßiger wäre, die Kleie gänzlich aus den Mehlsorten zu entfernen. Gerade um jene Zeit war es Brauch geworden, besonders in Frankreich und anderen westlichen und südlichen Ländern zur Herstellung von Mehlen nur den Mehlkern zu benutzen, während die Kleie und die äußeren Teile des Mehlkerns keine Verwendung zum Backen fanden. Zuerst machte man dieses beim Weizen, um ein möglichst feines »Weißbrot« zu erhalten, doch allmählich griff dieses auch auf alle anderen Mehlsorten, besonders den Roggen, über.

Welche Gründe hatten seinerzeit die Menschen veranlaßt, die Kleie fast vollständig aus dem Mehl verschwinden zu lassen? v. Noorden (11) und Ilse Fischer führen an:

1. Die Geschmacksrichtung der Verzehrer. Ich habe dabei nicht nur den Geschmackssinn im Auge, dieser war vielleicht zum wenigsten an dem Umschwung beteiligt. Mehr wohl andere Eindrücke und Vorstellungen, die das Wohlgefallen der Abnehmer bedingen (hellere Farbe, größere Lockerkeit).
2. Der Vorwurf, daß das Mitverzehren der Kleie unwirtschaftlich sei, denn verhältnismäßig große Nährwerte, namentlich N-Substanz, gingen mit dem Kot wieder ab.
3. Die Beanspruchung der Roggenkleie durch die Landwirtschaft zum Zwecke der Viehhaltung . . .

Hierzu die Gegenseite. Vom ärztlich hygienischen Standpunkt aus blieb die immer stärker werdende und immer mehr

um sich greifende Ausschaltung der Kleie und der Außenschichten des Mehlkerns nicht ohne Einspruch. Es wurde geltend gemacht:

»1. Die Aussenschichten sind die stärkst beladenen Träger von N Substanzen im Getreidekorn. Durch ihr Abschieben werden je nach dem Grade der Ausmahlung 15—30 % der gesamten im Korn enthaltenen N-Substanzen der menschlichen Ernährung vorenthalten, was bei einem Nahrungsmittel, das so sehr wie das Brot die Volksernährung beherrscht, nicht zulässig erscheint. Das gleiche gilt von den Mineralstoffen. Wurden doch 42 % der gesamten Nährwerte unserer Kost aus Mehl und Brot bezogen!

2. Durch das Abschieben der Kleie wird den Verdauungswerkzeugen ein Material vorenthalten, das wie kaum ein anderes zu ihrer Abhärtung und Kräftigung, zur Erzielung dauernder, für das ganze Leben hinreichender normaler Leistungsfähigkeit von unschätzbarem Wert ist. Es bezieht sich dieses auf das Gesundbleiben der Zähne, des Magens und namentlich des Darms.

3. In den Aussenschichten des Getreidekorns sind chemische Körper vorhanden, die die unvollständigen Proteine des Mehlkerns zweckmäßig ergänzen.«

Der Weltkrieg bot nun Gelegenheit genug, die verschiedensten Zusatzmittel auszuprobieren. Es war notwendig geworden, mit den vorhandenen Getreidevorräten sparsam umzugehen. Um das Getreide besser ausnutzen zu können, ging man zuerst daran, das Korn zur Mehlbereitung bis auf 94 % auszumahlen. Während das übliche Feinmehl bis zu 75 % ausgemahlen wurde, blieben bei 94 %iger Ausmahlung gröbere Bestandteile der Körnerschale im Mehl, es war so reicher an Kleie, Eiweiß und enthielt infolgedessen auch mehr Zellulose. Von verschiedenen Seiten wurde darauf die Frage aufgeworfen, ob durch diese Vergröberung in der Verdaulichkeit des Menschen Nachteile entstehen könnten. Nach Klemperer (8) wurde das sogenannte »Kriegsbrot« von vielen ohne Beschwerden gut vertragen. Ja, es trat durch den größeren Zellulosegehalt eine Anregung der Sekretion der Verdauungssäfte ein, ,und die Darmperistaltik wurde ebenfalls gefördert.

Besonders v. Noorden u. Fischer wenden sich scharf gegen

die schlechte Ausmahlung der Getreide, bei der die Ausnutzung an N-Substanz und der Mineralstoffe aus Roggenkleie bei grob geschroteten oder nur gequetschtem Korn sehr gering ist. Dadurch wurden aber ansehnliche Massen wertvollen Materials durch den Darm getrieben, ohne in der Verdaulichkeit richtig ausgenutzt worden zu sein. Versuche zeigten, daß die Kotverluste an N-Substanz ca. 35—40 % betrugen. Plagge-Lebbin (13) machten hierüber Versuche, bei denen die verschiedensten Ausmahlungsgrade durchgeprüft wurden. Bei 15 % igem Kleienabschub war die Ausnutzung noch schlecht. Die Verluste betrugen:

12,2 % für die Trockensubstanz
41,4 % für die N-Substanz
7,6 % für die Kohlehydrate.

Bei 25 % igem Kleienabschub wurden die Ergebnisse besser, die Verluste betrugen:

9,5 % für die Trockensubstanz
33,7 % für die N-Substanz
5,6 % für die Kohlehydrate.

Durch das von Hindhede (6) in Kopenhagen untersuchte Mehl, das nach dem sogenannten »Klopferverfahren« hergestellt wurden, gelang eine bessere Ausnutzung. Das »Klopferverfahren« beruht auf Zerschleudern des ganzen und nur oberflächlich polierten Roggens gegen geschlitzte Stahlflächen. Dadurch entstand ein äußerst feines Mehl, das etwa 98 % des ganzen Roggenkorns dem Backmehl zuführt. v. Noorden berichtet:

»Durch das Zerschleudern werden die Zellager der Körnerschalen und der eiweißreichen Aleuronschicht viel stärker zertrümmert als durch den Druck der Mühlsteine, und es scheint, daß hierdurch das Eindringen der Verdauungssäfte und das Auslaugen der Nährstoffe wesentlich erleichtert wird. In den beiden methodisch einwandfreien Versuchen Hindhedes war der Verlust an N-Substanz durchschnittlich nur 27 %, also ein besseres Ergebnis, als man früher bei Mehl bei 15 % igem Kleienauszug erzielt hatte, und auch noch besser, als in vielen Versuchen mit Mehl, dem 20—25 % Kleie entzogen war.«

Da aber dieses »Klopfer-Verfahren« nur an wenigen Mühlereien (5%) durchgeführt werden konnte, — da die Herstellung an bestimmte maschinelle Einrichtungen gebunden war — so machte v. Noorden einen neuen Vorschlag: Die Mühlen

v. Noordens Tabelle über die Ausnutzung.

Verluste im Kot:

Nr.	Tageseinfuhr	Trocken-substanz		Stickstoff		Fett		Rohfaser		Asche		P_2O_5	
	N	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
1	10,2	46,8	6,4	3,3	32,1	4,3	3,7	8,4	48,7	4,7	31,1	—	—
2	10,2	37,6	5,1	2,0	19,8	4,3	3,7	6,2	35,9	4,2	27,5	—	—
3	6,0	32,4	5,6	1,7	27,7	3,6	5,4	6,3	50,0	3,9	29,0	2,6	45,9
4	6,6	52,0	8,8	3,7	56,3	5,7	8,4	8,3	59,9	5,1	34,7	3,3	54,1
5	6,1	35,8	6,8	1,7	27,2	3,1	4,3	4,5	30,1	3,8	29,5	2,3	44,0
6	6,9	42,3	7,6	2,4	35,0	3,9	5,1	4,7	34,2	3,9	29,8	2,2	35,2
7	13,2	58,7	8,0	2,9	21,7	—	—	—	—	—	—	—	—
8	11,9	68,0	9,5	3,8	31,7	—	—	—	—	—	—	—	—

Versuch Nr. 1, 2, 7, 8 bei Soldaten R., M., D. u. G.
Nr. 3, 6 bei Dr. med. G. H.
Nr. 4 bei Frl. W.
Nr. 5 bei Frl. F.

mahlten wie früher den Roggen zu 75 % aus, und der 25 %ige Kleienauszug wurde dem Zerschleuderungsverfahren nach »Klopfer« unterworfen. Dadurch wurde eine noch größere Zerpulverung der Schalen- und Aleuronschichten bewirkt, als beim Zerschleudern des ganzen Korns. Nach diesem Verfahren wurde das 75 %ige Kernmehl mit dem gepulverten Kleiemehl wieder vereinigt, und es entstand so ein »Roggenmehl-Kleiebrot«. Mit dieser neuen Brotart wurden Versuche angestellt, die teils von Personen, die leichte Kost gewöhnt waren, teils von Leuten, die derbere Kost gut vertrugen, gemacht wurden. (s. Tab. S. 9).

»Aus diesen Versuchen ist der 4. bei Berechnung des Mittelwertes auszuschalten, da er einerseits ganz aus der Reihe fällt, und da andererseits ein späterer Kontrollversuch der aber wegen anderer Beikost mit der hier angeführten Reihe nicht unmittelbar vergleichbar ist, dartat, daß die gleiche Versuchsperson die Kleie ganz vortrefflich, sogar besser als in irgend einem der hier angeführten Versuche ausnutzte. Es läßt sich die sehr schlechte Ausnutzung im 4. Versuch daher nur durch eine vorübergehende Verdauungsstörung erklären.«

Aus den übrigen 7 Versuchen berechnen sich folgende Mittelwerte:

Durchschnittliche Zufuhr	Gramm:
Brotmenge	650 0
N im Brot	8,63
N in anderer Form	0,77
Trockensubstanz	654,0
Fett	88,5
Rohfaser	15,1
Asche	14,1
(ohne Na Cl	11,2)
Phosphorsäure	5,9

Daraus der durchschnittliche Verlust:

	in Gramm	in %
N	2,5	27,9
Trockensubstanz	45,9	7,0
Fett	3,8	4,4
Rohfaser	6,0	40,0
Asche	4,1	29,4
	(Na Cl-frei	36,4)
Phosphorsäure	2,4	41,7

Von den Zahlen dieser Tabelle sind die Verlustwerte für N-Substanz und Asche die wichtigsten; der Verlust an N von 27,9 % und der Ascheverlust mit 29,4 bezw. 36,4 % liegen recht günstig. »Es ist also der Nachweis gelungen, daß ein Verfahren exisistiert, wodurch Roggenkleie mittels rein mechanischer Hilfsmittel in solche Form gebracht werden kann, daß ihre Beimischung zum Backmehl bis zur Höhe des vollen Kleiegehaltes des Roggenkorns die Resorption des Brotes nicht verschlechtert, und daß durch dieses Verfahren die Nährwerte der Kleie der Ernährung des Menschen nutzbar gemacht werden können.«

Ganz abgesehen von dem Gehalt der Kleie an N-Substanzen und dem günstigen abhärtenden Einfluß auf die Verdauungsorgane kommt noch ein wichtiger Bestandteil der Roggenkleie hinzu: die Mineralstoffe. Die für diese Versuche bestimmte Roggenkleie enthält — nach v. Noorden — nicht weniger als 51 g Mineralstoffe pro Kilo, wovon 42 g in Wasser von 70° C löslich waren.

Dagegen wies Rubner (17) nach, daß den Mineralsalzen in der Kleie die Bedeutung, die ihnen beigelegt wurde, gar nicht zukommt, da der Mineralstoffwechsel des Körpers von den Mengen, die in der Kleie enthalten sind, vollkommen unbeeinflußt blieb.

Ganz im Gegensatz zu Hindhede steht Rubner (19), der durch Ausnutzungsversuche erwies, daß ein größerer Prozentsatz von Kleie die Ausnutzung schlechter gestaltete. Er fand:

Verlust an:	Trockensubstanz %	Eiweiß %	Kohlehydrate %
I. Feinstes Mehl	4,03	20,70	1,10
Weißbrot	4,40	22,20	1,10
Semmel	5,60	19,90	2,89
II. Mittelsorte	6,66	24,56	2,57
Mischbrot	10,10	22,20	6,82
III. Ganzes Korn	12,23	30,47	7,37
Bauernbrot	15,00	32,00	10,90

Hieraus ist also ersichtlich, daß die Ausnutzung mit steigendem Kleiegehalt immer schlechter wird. Neumann (10) nimmt zu diesen beiden — Hindhede und Plagge-Lebbin — eben falls Stellung. Er äußert sich: »Hindhebe vergleicht das Plagge-Lebbin'sche Kleiebrot mit dem »Klopferbrot«, in der Annahme, daß beide gleich seien, da das Mehl beider Brote feine Vermahlung aufwies. Das ist aber ganz und gar nicht der Fall. Sie sind zwar sehr fein pulverisiert gewesen, aber das »Klopferbrot« ist keine Kleie, es ist nicht einmal ein fein gemahlenes Vollkornmehl mit der Gesamtkleie. Das Klopfermehl hat sich bei den Ausnutzungs-Stoffwechselversuchen stets als kleiearmes Mehl erwiesen, denn es wird aus dekortiziertem Getreide hergestellt, und es entspricht nach Rubner nur einem Zellenmembrangehalt etwa eines auf 80 % ausgemahlenen Mehles. Unter diesen Umständen ist es nichts merkwürdiges, wenn die Ausnützung auffällig gut ist, zumal die Versuche auch an Personen angestellt wurden, die anscheinend die Brotbestandteile an sich recht gut ausnutzten.«

Übereinstimmen aber alle Verfasser in der Wirkung der feinen Vermahlung für den möglichst großen Aufschluß der Kleie für den menschlichen Organismus. So sagt Rubner: »Es ist sichergestellt, daß der menschliche Darm bei feinerer Vermahlung der Kleie nicht Unerhebliches aus derselben zu resorbieren vermag, die hohe Bedeutung des Zermahlungsgrades der Kleie ist nachgewiesen: Das idealste wäre das Aufbrechen aller Kleberzellen!«

Nun wissen wir ja, daß in den gröberen Brotsorten ein sehr beträchtlicher Teil des Eiweißes auf die mit dem Mehl vermischte Kleie fällt, und daß das Eiweiß dort in den dickwandigen Aleuronzellen eingeschlossen ist. Diese Zellhüllen bieten der Verdauung im menschlichen Darm einen großen Widerstand. So betrugen nach einer Zusammenstellung von Neumann die durchschnittlichen Verluste an Eiweiß:

bei Weizenbrot mit 70 %iger Ausmahlung	13,91 %
» » » 80 » « »	17,34 »

bei Roggenbrot	»	70 %iger Ausmahlung	24,73 »
»	»	85 » »	34,16 »
Brot aus reiner Kleie			56,00 »
			(Panwitz)

Hieraus kann man schließen, daß der Verlust an Eiweiß umso größer wird, je mehr Kleie im Brot enthalten ist, d. h. je höherprozentig die Ausmahlung des Getreides ist.

Nun prüfte Heupke (4 u. 5) das Verhalten der Weizen- und Roggenkleie im künstlichen Verdauungsversuch mit Pepsin und Trypsin. Er kam zu dem Ergebnis, daß hierbei ein sehr großer Teil des Eiweißes aus den Zellen verdaut wurde. So wurden in einer Zeit von 4 Stunden im Brutschrank nachstehende Mengen von N herausgelöst:

	Weizenkleie %	Roggenkleie %
	46,86	54,5
Magensaft	50,0	57,0
	56,21	58,8
	78,14	69,2
Duodenalsaft	75,0	71,1
	78,14	71,1

Heupke folgert hieraus, daß durch Pepsin und Trypsin ohne weiteres das Eiweiß aus der groben Kleie, die doch verhältnismäßig viel uneröffnete Zellen enthält, fast 75 % heraus verdaut wird. Damit stände fest, daß die Fermente in der Lage wären, die dickwandigen Aleuronschichten zu durchdringen. Er schließt weiterhin daraus, daß sich der Vorgang im menschlichen Darm fast genau so vollzieht, wie der künstliche Verdauungsversuch gezeigt hat.

Nun könnte man berechtigt die Frage aufwerfen, wie es trotz der guten Verdauung des Kleieeiweißes noch zu einer verhältnismäßig großen Stickstoffmenge im Kot des Menschen kommt. Der Kotstickstoff setzt sich aus zwei Faktoren zusammen:

1. aus dem Stoffwechselstickstoff, der vom Körper abgegeben wird (enthaltend abgestoßene Epithelien und stickstoffhaltige Verbindungen, welche in der Darmwand in Form der Darmsekrete vorhanden sind).

2. aus dem unausgenützten N der aufgenommenen Nahrung.

Rieder — zitiert bei Heupke — fand bei stickstoffreier Kost, die aus Zucker, Stärke und Fett bestand, ca. 0,75 g N pro Tag im Brot. Salomon und Wallace bestimmten nach 250 g Rohrzucker als einzige Nahrung bei Gesunden eine N-Ausscheidung von täglich 0,380 bezw. 539 g. Im Hunger wurden dagegen nur 0,113 bezw. 0,130 g abgegeben. Der N-Gehalt des Kotes wird also umso größer, je stärker die Verdauungsarbeit ist.

Nach Versuchen, die Heupke aus verschiedener Literatur zusammengestellt hat, ergibt sich ferner ganz deutlich, daß der Prozentgehalt an N im Trockenkot umso geringer wird, je schlackenhaltiger die Kost gewesen ist. Er gibt folgende Tabelle:

Art des Brotes:	N-Einfuhr pro Tag g	N-Kot pro Tag g	N-% im Kot	Trockenkot in g:	Zitiert nach:
Weizenbrot 70 % Ausmahlg.	13,05	0,82	5,65	14,5	Hindhede
Weizenbrot 80 % Ausmahlg.	10,44	1,81	4,54	37,68	Neumann
Vollkornbrot aus Weizen	15,03	2,04	4,63	44,1	Rubner
Grobes Weizenbrot (Grah. Brot)	15,31	2,35	3,41	68,9	Hindhede
Roggenbrot 65 % Ausmahlg.	6,93	2,47	6,15	40,1	Rubner-Thomas
Roggenbrot 80 % Ausmahlg.	9,42	2,33	4,16	50,99	Neumann
Schrotbrot aus ungesiebtem Roggenmehl	10,80	3,75	4,45	84,30	Hindhede

Aus den umseitig angeführten Versuchen über Kleieverdauung kommt nun Heupke zu dem Schluß, daß das Eiweiß der Kleie viel besser verdaulich ist, als allgemein angenommen wird.

Nach neueren Versuchen Rubners (24) erzielt man beim Mitvermahlen der Kleie keine so günstigen Resultate, wie früher angenommen wurde, weil nach seinen Versuchen »die Verluste bei kleiehaltigem Brot in der chemischen Beschaffenheit von Kleie und zum größten Teil in dem Anreiz zu starker Sekretion im Darm liegen.« So ergaben die physiologisch-landwirtschaftlichen Untersuchungen, daß bei Abtrennung der Kleie vom Mehl keine größeren Verluste in der Auswertung der Kleie als solche in dem menschlichen Organismus entstehen, sondern daß der Mensch bei Verfütterung der Kleie an die Tiere bedeutend wertvollere Nährbestandteile erhält (Milch, Fleisch, Fett), als wenn er die Kleie als Zusatzmittel seiner Mehlnahrung beläßt. — Als Basis der Ausmahlung könnte noch erwähnt werden, daß ein hartes Ausmahlen wohl die Ausnutzbarkeit erhöht, daß aber die Kleie im gewissen Umfang zur Anregung der Verdauung gut erscheint.

B. Kartoffel.

Neben der Kleie hat die Kartoffel als Zusatzmittel in Zeiten größerer Getreideknappheit eine bedeutende Rolle gespielt. So auch bei uns im letzten Weltkriege.

Schon Ende Oktober 1914 wurde eine Verfügung erlassen, in der es den Bäckereien zur Pflicht gemacht wurde, zum Roggenmehl einen 5 %igen Zusatz von Kartoffeln hinzuzusetzen. Etwas später wurde der 5 %ige Zusatz auf 10 % erhöht. Um die Kartoffeln aber dem Mehl zusetzen zu können, mußte man sie wegen ihres hohen Wassergehaltes konservieren; durch Trocknereien wurden sie nach verschiedenen Systemen entwässert. Man kochte einerseits die Kartoffeln und erzeugte hieraus durch geeignete Verarbeitung die Kartoffelflocken und,

wurden diese zermahlen, erhielt man das Kartoffelwalzmehl. Bei diesen beiden — den Kartoffelflocken und dem Kartoffelwalzmehl — waren die Schalen nicht entfernt worden. Um sie für die menschliche Nahrung geeigneter zu machen, wurde die Schale entfernt. Dadurch bekamen die hieraus erhaltenen Produkte eine gelblichere Farbe und ließen sich auch besser zermahlen.

Aber nicht nur gekochte Kartoffeln wurden verarbeitet, auch die Kartoffeln in rohem Zustand zermahlte man nach vorheriger Trocknung. Dieses hatte den Vorteil, daß die Stärke der Kartoffel nicht »verkleistert« wurde. Das Produkt dieser Verarbeitung war das Kartoffelmehl (Kartoffelstärke).

In ihrer Zusammenstellung gegenüber den reinen Mehlsorten ergaben sie:

Art:	Wasser	Eiweiß	Kohlehydrate	Rohfaser	Asche
	%	%	%	%	%
Weizenmehl 75% Ausmahlg.	9—15	14,6	82,7	0,22	0,82
Roggenmehl 70% Ausmahlg.	9—15	9,8	84,3	0,36	0,87
Kartoffeln	68—83	7,9	83,2	3,9	4,4
Kartoffelflocken	9,55	6,6	86,3	2,88	3,71
Kartoffelwalzmehl	9,34	6,5	86,7	2,57	3,75
Kartoffelstärke	15—20	1,0	98,2	0,07	0,69

Durch Versuche wurde festgestellt, daß durch den Zusatz von »Kartoffelpräparaten« eine Verminderung des Eiweißgehaltes eintrat. Es wurde gefunden:

1. Bei kleiereichem Roggen (in der Trockensubstanz)

		Eiweiß		
im Roggenbrot		12,0	11,6	11,7
» »	+ 20% Flocken	9,8		
» »	+ 20% Walzmehl	9,7	10,0	
» »	+ 10% Walzmehl, + 10% Stärke	8,2.		

2. Bei kleiearmem Roggen	Eiweiß	
im Roggenbrot	9,2	7,3
» » + 20% Walzmehl	9,6	
» » + 20% Stärke	8,0	
» » + 5% Flocken, + 5% Stärke	7,0	
» » + 5% Walzmehl, + 5% Stärke	7,2	
» » + 10% Flocken, + 10% Stärke	6,7	
» » + 10% Walzmehl, + 10% Stärke	6,7	

Hieraus ist ersichtlich, daß sowohl beim kleiereichen als auch beim kleiearmen Mehl sich der Eiweißgehalt von Walzmehl bis auf ca. 15—20% erniedrigt, beim Zusatz von Stärkegehalt sogar bis auf 25—30% herunter geht. — Diese Erniedrigung an Eiweiß spielt aber, wie auch von Flügge und Hofmeister (3) bestätigt wurde, für den menschlichen Organismus keine Rolle, da der Eiweißverlust durch die übrige Zusatznahrung leicht ausgeglichen wird.

Über die Ausnutzung des Mehles mit der Kartoffel als Zusatzmittel sind verschiedene Versuche angestellt worden. Am wichtigsten scheinen die Versuche von Rubner zu sein. Rubner gab zwei Versuchspersonen im ersten Versuch Roggenbrot aus Roggen mit 65%iger Ausmahlung und darauf Brot aus demselben Mehl, nur mit einem Zusatz von 20% Kartoffelmehl. Im zweiten Versuch gab er denselben Personen Roggenbrot mit 82%iger Ausmahlung und darnach dieselbe Brotart + einem Zusatz von 20% Kartoffelmehl. Aus der umseitigen Tabelle ersieht man die Verlustzahlen (im Mittelwert):

	Roggenbrot 65% Ausm.	Roggenbrot 65%+20% Kart.-Mehl	Roggenbrot 82% Ausmahlg.	Roggenbrot 82%+20% Kart.-Mehl
	%	%	%	%
Trockensubstanz	7,6	7,9	11,6	15,3
Asche	51,6	53,1	48,0	32,5
Organische Substanz	7,1	7,7	10,9	14,4
Stärke	1,3	1,2	1,3	2,6
N	37,3	42,5	40,3	47,6

	Roggenbrot 65 % Ausm.	Roggenbrot 65 %+20 % Kart.-Mehl	Roggenbrot 82 % Ausmahlg.	Roggenbrot 82 %+20 % Kart.-Mehl
	%	%	%	%
Gesamtpentosane	25,0	20,1	23,1	26,4
Kalorien	9,35	9,8	13,8	17,5
Zellmembran	48,1	63,3	55,7	67,7
Pentosan in der Zellmembran	63,0	87,9	41,7	47,1
Zellulose	48,3	57,4	69,5	64,6
Restsubstanz	39,8	61,5	57,8	91,7
Freies Pentosan	18,6	10,6	15,0	20,1

Hieraus läßt sich ersehen, daß die Ausnutzung in den Broten mit Kartoffelzusatz schlechter ist, als in denen aus reinem Mehl. Sehr groß ist der Unterschied der Kartoffelzusatzbrote in der Verdaulichkeit der Zellmembran und der Pentosen in der Zellmembran gegenüber den anderen. Daß gerade in der gröberen Mehlmischung so große Verlusfe eingetreten sind, kommt wahrscheinlich durch die wenig gute Resorption der Zellmembran der Kartoffel zustande. Dadurch wird dann weiterhin die Verdaulichkeit des Eiweißes, der Stärke und der Trockensubstanz beeinträchtigt, wodurch eben die prozentual größeren Verluste erscheinen.

Neumann, der ebenfalls Versuche über die Ausnutzung des Mehls mit der Kartoffel als Zusatz machte, kam zu denselben Ergebnissen. »Wenn auch« — so schließt Neumann — »eingehende Untersuchungen ergeben haben, daß das Kartoffelbrot in seinen Resorptionsverhältnissen den Roggenbroten mit gleichem Ausmahlungsgrad nicht ganz gleich kommt, so darf es doch in seiner Stellung als ein brauchbares Aushilfsbrot für Zeiten der Bedrängnis mit Recht verbleiben.«

C. Die Pülpe.

Erwähnt werden könnte noch die sogenannte Pülpe, ein Abfallprodukt bei der Kartoffelstärkefabrikation, die man bislang als Viehfutter verwendet hatte, im Kriege aber als Zusatzmittel

dem Mehl beimischte. Rubner (20) machte genauere Versuche. Er fand einen Stärkegehalt von 47,7 % und 43,92 % Zellmembrangehalt. Um die Verdaulichkeit festzustellen, bekam ein Versuchshund:

1. 1000 g Fleisch + 100 g trockenes Pülpemehl.
2. 1000 g Fleisch + 70 g gekochte Pülpe.

Die gefundenen Resultate waren aber sehr ungünstig. Es gingen an Kalorien verloren im ersten Versuch: 47,43 % und an N 44,26 %. Am schlechtesten war die Verdaulichkeit der Stärke. Während sie sonst bis über 90 % resorbiert wurde, betrug hier der Verlust 37,83 %.

Auch beim zweiten Versuch waren die Verluste nicht geringer. Der Stärkeverlust war noch 21,16 %, und der Kalorienverlust betrug immerhin noch 38,8 %. Daher ist die Pülpe als Zusatzmittel zum Mehl ohne weiteres abzulehnen.

Man probierte aber außer diesen beiden — der Kleie und der Kartoffel — noch andere Zusätze zum Mehl aus. Obgleich die meisten sich als ungeeignet erwiesen, und bald wieder in Vergessenheit gerieten, weil sie einerseits keine Ersparnisse bedeuteten oder andererseits keine Nährwerte schafften, so ist es doch interessant, die verschiedenen Versuche hierüber zu studieren.

D. Maismehl und Hafermehl.

Das Maismehl und das Hafermehl als Zusatzmittel haben nach Versuchen von Stoklasa (27) und Plagge-Lebbin (13) eine verhältnismäßig gute Ausnutzung und Bekömmlichkeit. Schädigungen (Pellagra) nach längerem Genuß von dem maishaltigen Brot, wie sie in Ländern Mais essender Bevölkerung (Italien) vorkommen, sind nicht aufgetreten.

Rubner (17) hatte ebenfalls Untersuchungen über das maishaltige Brot gemacht, und zwar Maisbrot, bestehend aus einer Mischung von 90 Teilen Roggenmehl (94 % ausgemahlen) + 10 Teilen Maismehl. Nach Stoffwechselversuchen an zwei Personen war im Maisbrot enthalten:

An Trockensubstanz	%
Asche	0,77
organische Substanz	99,23
N	1,22
Pentosan	3,34
Zellmembran	2,08
Pentosan in der Zellmembran	0,66

Die Kalorien betrugen 424,90

Der Verlust war im Mittelwert:	%
N	39,68
Protein	20,99
Kalorien	15,00
Zellmembran	60,14
Zellulose	75,86
Unverdautes	9,26
Stärke	2,56
Gesamtpentosan	23,08

Durch Vergleichsversuche mit reinem Roggenbrot mit gleichem Ausmahlungsgrad waren die Verluste nur unwesentlich verändert. Nur die Zellmenbran wurde besser verdaut. Ebenso wie Rubner gab auch Stoklasa ein günstiges Urteil über die Verdaulichkeit des Maises als Zusatzmittel zum Mehl ab. Beim Hafer als Zusatz kommt man fast zu den gleichen Resultaten.

E. Reis.

Ähnlich wie beim Mais liegt auch die Ausnutzung von Reis für den menschlichen Organismus. Das Reismehl war nach einer Verordnung vom 5. Januar 1915 als Zusatzmittel zum Mehl zugelassen worden. Nach Rubners Versuchen wurden fast alle Kohlehydrate (99,5 %) resorbiert, ebenso waren die Pentosen, die von ihren Zellhüllen befreit waren, leicht resorbierbar. Doch verschwand der Reis als Zusatzmittel schon nach kurzer Zeit, da er als solcher zu teuer und durch andere billigere Zusatzmittel verdrängt wurde.

F. Wicken.

Wieder war es Rubner (18), der Untersuchungen anstellte, ob die Wicken sich nicht als Zusatzmittel zum Mehl eignen würden. Er untersuchte ein Gemisch von Mehlen aus der sogenannten Zitterlinse (vicia hirsuta) und der viersamigen Wicke (vicia tetraspora). — Das Mehl enthielt in der Trockensubstanz 5,64 % Asche, 23,25 % Protein, während der Gehalt an Zellmembran 6,26 % ausmachte, die zwar reich an Pentosen ist, aber z. B. nicht den der Kleie erreicht. Rubner machte auch Ausnutzungsversuche, zwar nur an einem Hunde, dessen Befinden während der Versuche durchaus nicht gestört war. Die Verlustergebnisse betrugen an:

Protein	22,18 %
Stärke	1,02 %
Zellmembran	49,4 %

Da die Eiweißresorption gut, der Stärkeverlust nur sehr gering ist, könnte man das Wickenmehl als Zusatzmittel wohl als geeignet betrachten.

G. Lupinenmehl.

Nach Angaben von Backhaus (1) entsteht aus Lupinen, welche vorher durch besondere Verfahren entbittert worden sind, ein Mehl, das als Zusatzmittel zum üblichen Mehl gut geeignet ist. Als besonders gut empfiehlt König — erwähnt bei Backhaus — die gelbe Lupine (lupinus luteus) — es gibt noch die blaue lupinus augustifolius) und die weiße (lupinus albus) — die nach verschiedenen von König ausgeführten Analysen folgende Werte enthält:

	%
Wasser	14,71
N-Substanz	37,79
Fett	4,25
Kohlehydrate	25,48
Rohfaser	14,23
Asche	3,44

Pohl (12) ließ zum Roggenmehl 20 % Lupinenmehl hinzusetzen. Die daraus gebackenen Brote waren nach seinen Angaben bis auf einen »leichten spezifischen Geruch« kaum von Roggen- oder Weizenbrot unterscheidbar. Auch in »allen sonstigen Qualitäten als tadellos zu betrachten.« — Hierüber aber fehlen genauere Angaben, auch gibt Pohl keine Ausnutzungsversuche an. Neumann hat aber Bedenken gegen die Ausnuztung der Lupinen als Mehlzusatzmittel, da die Lupinenmenge nicht im geringsten ausreichen würde und der notwendige Entbitterungsprozeß eine Verteuerung herbeiführen müßte.

H. Buchweizen.

Sell (26) hatte in vielen Versuchen Buchweizenmehl als Zusatzmittel verwandt, und zwar:

1. $33^1/_3$ % Buchweizenmehl + $66^2/_3$ % Roggenmehl
2. 25 % Buchweizenmehl + 75 % Roggenmehl.

Die hieraus gebackenen Brote enhielten in der Trockensubstanz:

a) Brot mit 25 % Buchweizenmehl:	%
N-Substanz	8,69
Fett	1,21
Kohlehydrate	86,88
Rohfaser	0,53
Asche	2,69
Wasser	36,5
b) Brot mit $33^1/_3$ % Buchweizenmehl:	**%**
N-Substanz	8,38
Fett	1,16
Kohlehydrate	87,0
Rohfaser	0,72
Asche	2,54
Wasser	36,4

Kühl — zitiert bei Neumann — gab 1915, als er Untersuchungen über das »Buchweizenbrot« im Vergleich mit Roggen- und Weizenmehl anstellte, folgende Vergleiche für die Zusammensetzung der Trockensubstanz:

Gehalt an:	Buchweizenbrot %	Roggenbrot %	Weizenbrot %
Eiweiß	8,69	11,69	14,38
Fett	1,21	1,36	1,24
N-freie Extraktivstoffe	86,88	84,29	81,61
Rohfaser	0,53	0,34	0,30

Hieraus kann man ersehen, daß außer dem Eiweißgehalt das Buchweizenbrot nicht viel hinter dem Roggen- und Weizenbrot steht. Ein 20- bezw. 40 %iger Zusatz von Buchweizen zum Mehl gab: ». . . ein wohlschmeckendes, kräftiges Brot.« Leider sind zur damaligen Zeit keine Auswertungsversuche über das Buchweizenmehl gemacht worden, doch glaubt Kühl behaupten zu können, daß auch die Verdaulichkeit des Buchweizenmehls als Zusatzmittel »nicht sehr« hinter der von reinem Mehl steht.

Trotzdem das Buchweizenmehl als Zusatzmittel aus oben Erwähntem sehr geeignet sein würde, ist die Verwendung wegen der zu wenig vorhandenen Buchweizenmenge praktisch nicht von Bedeutung.

J. Roßkastanie.

Erwähnt werden könnte noch das Roßkastanienmehl. Das durch geeignete Verfahren entbitterte Kastanienmehl enthält nach Laves (9) an:

	%
N-Substanz	8,5
Fett	7,0
Kohlehydrate	77,2
Rohfaser	4,7
Asche	2,6

Durch den verhältnismäßig großen Gehalt an Kohlehydraten würde es als Zusatzmittel sehr geeignet sein. So wurden Brote hergestellt, die bei 5 %igem Kastanienmehlzusatz keinen nennenswerten Unterschied gegenüber anderen Broten aufwiesen, Prausnitz (14) gab zwei Versuchspersonen sogar ein Brot von 50

Teilen Kastanienmehl + 50 Teilen Weizenmehl. Die Ausnutzungsversuche brachten das Ergebnis, daß die Kastanienstärke vom menschlichen Organismus gut ausgenutzt wurde. Prausnitz fand Verluste an:

	%		%
Trockensubstanz	1,56	bezw.	1,78
Asche	7,6	»	8.3
organ. Substanz	1,43	»	1,64
N	14,0	»	15,0
Pentosanen	3,5	»	2,2

Aber auch hier mußte man trotz der guten Verdaulichkeit von einer größeren Ausnutzung Abstand nehmen, da ähnlich wie beim Buchweizenmehl nicht genügend Material vorhanden war.

K. Spelzmehl.

Zwischen dem Spelzmehl und dem nachstehend besprochenen Strohmehl besteht kaum ein Unterschied. Das Spelzmehl wird aus den gedroschenen Ähren des Spelzweizens hergestellt.

Rubner (2) machte Ausnutzungsversuche, bei denen das Spelzmehl als Zusatz zum gewöhnlichen Mehl genommen wurde. Er führte die Versuche erst bei einem Hunde und darnach bei zwei Versuchspersonen aus. Für die Hundeversuche nahm er zwei Sorten von Spelzmehl, ein grob und ein feiner gemahlenes. Diese beiden Sorten waren wie folgt zusammen gesetzt:

	feines Spelzmehl %	grobes Spelzmehl %
N-Gehalt	0,72	0,41
Rohprotein	4,39	2,56
Fett	1,66	1,33
Asche	9,23	8,08
Zellulose	31,76	34,73
Zellmembran	$65,64$	$74,36$
	(mit 24,09 Pentosan)	(mit 27,05 Pentosan)
Pentosen	31,74	33,13
Stärke	18,1	14,0

Durch den ziemlich hohen Zellulosegehalt ist auch die ausgeschiedene Kotmenge bedeutend. Wir haben es mit einer holzigen Kotmasse zu tun, die der von Strohmehl annähernd gleicht.

So kommt Rubner zu dem Schluß, daß das Spelzmehl vom Standpunkte des Stoffwechsels und der Nährstoffbeschaffung negativ zu bewerten sei, da außerdem noch durch den schlechten Verdauungsvorgang für den Organismus Nachteile entstehen könnten.

L. Strohmehl.

Friedenthal (2) setzte sich sehr für die Nutzbarkeit des Strohmehls als Zusatzmittel zum gewöhnlichen Mehl ein. Er behauptete sogar, daß Brot, welches mit Zusatz von Strohpulver gebacken würde, von dem Organismus besser ausgenutzt und verdaut würde als die Kleie. Ebenso wendete sich Friedenthal gegen die Kartoffel als Zusatzmittel, da durch die Kartoffelmehlbereitung die Kartoffel als solche dem Menschen verloren ginge.

Der Gehalt des Haferstrohes beträgt nach Friedenthal:

Rohprotein	%	9—11
Rohfett		4,8—10
N-freie Extraktivstoffe		29.7—31,3
Rohfaser		40—44
Asche		10

Neumann (10) machte selbst Versuche über das Strohmehl als Zusatzmittel zum Roggenbrot. Er gibt die Analysen der Strohmehlbrote und zum Vergleich die der gewöhnlichen Brote:

	Strohmehlbrot 14% Stroh	Strohmehlbrot 20% Stroh	Roggenbrot 80% ausgem.	Weizenbrot 80% ausgem.
	%	%	%	%
Wasser	44,30	49,70	33,70	41,60
Trockensubstanz	55,70	50,30	62,10	58,40
Eiweiß	4,48	3,87	6,19	7,46
Fett	0,32	0,28	0,37	0,37
Kolehydrate	45,92	40,95	53,49	48,99
Rohfaser	3,65	3,82	0,91	0,60
Asche	1,33	1,38	1,14	0,98
Kalorien	209,61	186,36	248,13	234,89
Säure	11,20	9,80	10,00	4,60

Hieraus ergibt sich ohne weitere Erklärung ebenfalls die schlechte Eignung des Strohmehls zur menschlichen Ernährung und, um die Unverdaulichkeit noch einmal zu erhellen, braucht man sich nur den hohen Prozentsatz an Rohfasern vor Augen zu führen.

Ebenso ist die hohe Kotmenge zu berücksichtigen, die beim Zusatz von Strohmehl entsteht. So wurde bei Brot mit 20prozentigem Strohmehl ca. 524 g Kot täglich ausgeschieden, während beim Genuß derselben Menge Roggenbrotes (80% Ausmahlung) nur etwa 238 g und beim Weizenbrot (80% Ausmahlung) nur 186 g Kot geliefert wurden. Die ausgeschiedene, unverdaute Rohfasermenge (95%) beeinflußt ebenfalls die sonst gute Verdaulichkeit des Eiweißes, der Asche, des Fettes und der Kohlehydrate.

Durch diese Kotmengen werden aber dem Körper verhältnismäßig viel Wassermengen entzogen, was sich physiologisch durch einen relativ hochprozentigen Urin und durch ein nie gekanntes Durstgefühl äußerte.

Genau so ungünstig gestaltete sich die Stickstoffbilanz. Durch Versuche wurde festgestellt, daß bei Darreichung von Strohmehlbrot die Eiweißbilanz sehr schnell auf einen negativen Wert (minus 2,90—2,93) sank, d. h. daß der Körper sogar an Eigeneiweiß verlor.

Rubner (22), der ebenfalls mit allerdings aufgeschlossenem Stroh (durch Kochen mit Natron) Versuche angestellt hatte, kam zu denselben Ergebnissen wie R. O. Neumann, der sich über die Nutzbarkeit des Strohmehles als Zusatzmittel folgendermaßen äußerte: »Es wäre geradezu vermessen, solche Streckmittel wie Strohmehl empfehlen zu wollen, da dasselbe für den Menschen nicht nur nicht verdaulich ist, sondern auch die Resorption der im Brot vorhandenen Nährstoffe vermindert und als höchst unnützer Ballast gefährliche Gesundheitsstörungen veranlassen kann.«

Gleichfalls wurde in einer Arbeit von Kerp, Schröder und Pfyhl (11 a) gegen die Ansicht von Friedenthal scharf

Stellung genommen. »Das Strohmehl unterscheidet sich weder in seiner chemischen Zusammensetzung, noch in seinem Verhalten gegenüber Lösungsmitteln, die Verdauungssäften vergleichbar sind, von dem Stroh, aus dem es hergestellt ist. Es ist dem Stroh nicht an leicht der Verdauung zugänglichen Nährstoffen angereichert, weil solche Nährstoffe in den Zellen des Strohes nicht vorhanden sind. Für die Ernährung des Menschen, insbes. für die Brotbereitung ist das Strohmehl abzulehnen.«

M. Holz.

Oberforstrat Dr. Jugoviz (7) hatte in seiner Broschüre »Der Wald als Retter in der Not« die Erzeugung eines Brotes empfohlen, welches in der Patentanmeldung »Bruckerbrot« genannt wurde. und das einen Zusatz von 20—30% Holzschliff enthielt. Jugoviz war sehr überzeugt von dem Werte dieses Verfahrens.

Prausnitz (15) prüft dann an einer Reihe von Versuchen die Ausnutzbarkeit dieses Zusatzmittels. Er kam zu folgenden Ergebnissen:

»1. Der Zusatz von feinst vermahlenem Holz, wie es im Holzschliff enthalten ist, zum Brot liefert ein solches, welches an Geschmack kaum leidet, gern genossen wird und sättigender wirkt als gewöhnliches Brot.

2. Bei Genuß eines derartigen Brotes neben einer leicht verdaulichen Beikost wurde von drei Versuchspersonen erheblich mehr Kot geliefert, als bei Aufnahme eines in gleicher Weise ohne Holzschliff hergestellten Brotes, die sogenannte »Ausnutzung war also bedeutend schlechter.

3, Die »vermehrte Kotbildung« wurde nicht allein dadurch veranlaßt, daß das Holz als unnützer Ballast ausgeschieden wurde, sondern auch dadurch, daß außerdem noch eine größere Menge von Darmsäften etc. abgegeben wurde als nach Aufnahme von normalem Brot.

4, Das leichtere Stillen des Hungers durch Holzbrot wird also durch einen stärkeren Verlust an Körpersubstanz erkauft, weshalb der Zusatz von Holz zu Brot als unzweckmäßig zu bezeichnen ist.«

Rubner machte ebenfalls Versuche über die Verdaulichkeit des Holzmehls als Zusatzmittel. Allerdings machte er die Versuche mit einem Hunde. Es zeigte sich sehr bald, daß schon bei einer Fütterung von 50 g Holzmehl zu 1000 g Fleisch die Unverdaulichkeit einsetzte. Der Kot wurde hart, und es wurde gleichzeitig Blut ausgeschieden, woraus Rubner ersah, daß die unverdauten, aus verfilzten Holzfasern bestehenden Kotballen den Darm reizten. Er versuchte nun weiter, durch Einwirken von Salzsäure die Zellen mehr aufzuschließen, um die darin enthaltenen Nährstoffe der menschlichen Verdauung zugänglicher zu machen. Aber auch hierbei wurde kein nennenswerter Erfolg erzielt. Die Kotmassen waren ebenfalls sehr hart, der Kot enthielt noch sehr viel Zellmembran und Zellulose. Daher wurde es als unzweckmäßig erkannt, der Nahrung Holz in irgend einer Form hinzuzusetzen.

N. Treber.

Paul (16) machte Versuche mit dem Zervesinmehl als Zusatz zum Roggenmehl. Das Zervesinmehl (nach dem altlateinischen Wort cervesia = Bier) wurde aus der bei der Bierbrauerei entstehenden Treber gewonnen. Die Biertreber enthalten über 20 % Pflanzeneiweiß und ca. 7 % Fett; sie waren bislang nur als Viehfutter benutzt worden. Es gelang auch Paul durch geeignete Mahlsteine die Spitzen (Schalenbestandteile) der Treber von den übrigen Bestandteilen zu entfernen, und es entstand so das Zervesinmehl, welches als 5- oder 10 %iger Zusatz zum Roggenmehl verarbeitet wurde. Paul gab nun von dem gebackenen Zervesinbrot verschiedenen Versuchspersonen Proben und kam zu folgendem Ergebnis: »Alle Beurteiler stimmen darüber überein, daß das mit 5- bezw. 10 %igem Trebermehl gebackene Brot sich für den menschlichen Organismus durchaus eignet, und daß es dem zur Zeit in München üblichen Hausbrot im allgemeinen nahe steht, es vielleicht übertrifft. Die Bekömmlichkeit war gut, soweit sich dieses bei so kleinen Men-

gen überhaupt feststellen läßt.« Leider sind aber von Paul keine Stoffwechselversuche angegeben worden.

Neumann (10) stellte Stoffwechselversuche mit Treberbrot an, kam aber zu dem Ergebnis, daß die Ausnutzung sehr ungünstig war. Der Eiweißverlust war sehr hoch, und zwar:

bei 5% igem Zusatz von Zervesinmehl 34,49%
» 10 » » » » » 40,56 »

Trotz des hohen Eiweißverlustes läßt R. O. Neumann das Zervesinmehl als einigermaßen brauchbares Zusatzmittel gelten da die Verdaulichkeit verhältnismäßig günstig für Zeiten wäre, in denen man mit dem Getreide sparsam umgehen müßte.

O. Nährhefe.

Die durch die Brauereien erzeugte Hefe fand als Futterhefe bei der Tierhaltung Verwendung. Um sie den Menschen zuzuführen, mußte sie aber entbittert werden, ebenfalls mußte man versuchen, durch geeignete Verfahren den unangenehmen Geruch zu entfernen. Der Gehalt der Nährhefe ergab folgende Zusammensetzung:

	Futterhefe %	Nährhefe I %	Nährhefe II %
Wasser	9,1	8,0	5,8
Rohprotein	54,2	54,0	53,4
Rohfett	2,1	3,0	3,1
N-freie Extraktivstoffe	25,5	28,3	28,1
Rohfaser	1,7	?	1,4
Asche	7,3	7,0	7,0

Hieraus ist leicht ersichtlich, daß in der Nährhefe ein ziemlich hoher Gehalt an Eiweiß enthalten ist, welches für den menschlichen Organismus gut ausgenutzt werden kann.

Schottelius (25) machte an Gefangenen mit der Nährhefe Ausnutzungsversuche. Versuchszahlen fehlen bei ihm, aber sein Urteil lautet recht günstig. Es wären bei der Verdauung keinerlei Beschwerden aufgetreten, auch die Bekömmlichkeit wäre recht gut.

Rubner (23) bringt nun genauere Untersuchungen über

die Ausnutzbarkeit, allerdings nur an einem Hunde, der täglich 1000 g Fleisch + 150 g trockene Nährhefe zur Nahrung bekam. Rubner erhielt in der Trockensubstanz:

	%	
Asche	8,60	
Organisches	91,40	
Pentosan	3,32	= 2,98 Pentosan
Zellulose	0,0	
N	9,79	= 61,09 Protein
Fett	0,88	
Glykogen	8,09	

Zellulose ist nicht enthalten, der Eiweißgehalt ist also auch hier, wie schon oben erwähnt, sehr hoch, die Ausnutzung der Pentosen ist sehr günstig, ebenfalls die N-Ausnutzung.

Was die Nährhefe als Zusatzmittel zum Brot etwas zurückbrachte, war der unangenehme Geruch und der nicht ganz zu entfernende bittere Geschmack, der schon bei einem Zusatz von 10 % Nährhefe sehr in den Vordergrund trat. Aus diesen Tatsachen heraus hat man auch von einer größeren Verwertung der Nährhefe als Zusatzmittel Abstand genommen.

Zusammenfassung.

Betrachtet man zusammenfassend den Wert der verschiedenen Zusatzmittel zur Mehlnahrung, so kommt man zu dem Ergebnis, daß außer der noch heute verwendeten Kleie und vielleicht noch der Kartoffel die übrigen Zusätze aus bestimmten Gründen wieder genau so schnell verschwunden sind, wie sie auftauchten. Denn die Auswertung kommt bei den meisten Zusatzmitteln nicht in Frage, da sie entweder — bei sonst guter Verdaulichkeit — 1. für die ständige Verwendung zu teuer werden, 2. als besondere Nahrung (Kartoffel, Reis, Mais, Buchweizen) dem Menschen auch so zugeführt werden, 3. die zur allgemeinen Verwertung notwendige Menge nicht vorhanden ist, oder aber durch ihren minimalen Gehalt an Nährstoffen als völlig minderwertig erkannt und zurückgewiesen worden sind.

Literaturangabe.

1. Backhaus, Fett- und Eiweißgewinnung aus Lupinen. Landw. Wochenschrift für d. Prov. Sachsen 1917, 39.
2. Friedenthal, Die Nährwerterschließung in Heu und Stroh und anderen Pflanzenteilen aller Art. Leipzig 1915.
3. Hofmeister, Nährwert des Brotes. Deutsche Mediz. Wochenschrift 1915, 28.
4. Heupke, Bemerkungen zur Brotfrage. Arch. f. Hygiene 108, 1932.
5. Heupke, Über die Abhängigkeit der Menge des Kotstickstoffes von der Größe des Stuhlvolumens. Arch. f. Hygiene 111, 1934.
6. Hindhede, Untersuchungen über die Verdaulichkeit einiger Brotsorten. Skandin. Arch. f. Physiologie. 1913, 28.
7. Jugoviz, Der Wald als Retter in der Not. Sonderabdr. aus der Zeitschr. des Steiermärk. Forstvereins, XXXII. Jahrgang, Heft 2.
8. Klemperer, Kriegsmehl, Mehlnährpräparate uud Krankendiät. Deutsche Med. Wochenschr. 1917, 22.
9. Laves, Über Untersuchung und Verwertung der Samen von Roßkastanien. Apothekerzeitung 1903, 34/35.
10. Neumann RO., Die im Weltkriege 1914—18 verwendeten und zur Verwendung empfohlenen Brote, Brotersatz- und Brotstreckmittel, Berlin 1920.
11. Noorden, C. und Fischer, Ilse, Neue Untersuchungen über die Verwendung von Roggenkleie für die Ernährung des Menschen. Deutsche Medizin. Wochenschr. 1917, 22.

11 a. Kerp, Schröder, Pfyl, Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt. Bd. 2, 1915.

12. Pohl, Ueber Lupinenbrot. Schles. Zeitung. Breslau 1919, 190.
13. Plagge-Lebbin, Untersuchung über Soldatenbrot, Berlin 1897.
14. Prausnitz, Die Samen der Roßkastanie als Brotstreckmittel nach Untersuchungen von Mohorcic. Arch. f. Hygiene 88, 1918.
15. Prausnitz und Mohorcic, Die Verwendung des Holzes zur Herstellung von Kriegsbrot. Arch. f. Hygiene 86.
16. Paul, Th., Untersuchungen über die Streckung des Brotmehls mit Nebenerzeugnissen der Bierbrauerei (Zervesinmehl), Landw. Jahrbuch f. Bayern. Jahrg. 1917, Heft 4.
17. Rubner, Untersuchung über Vollkornbrote. Arch. f. Anat. u. Physiol. (Phys. Abt.), 1917.
18. — Der Nährwert der Vogelwicken und Wicken. Arch. f. Anat. u. Physiol. (Phys. Abt.), 1917.
19. — Ueber den Wert der Weizenkleie f. d. Ernährung des Menschen. Zeitschr. f. Biologie, 1883, 19.

20. — Ueber die Verwertung einiger Nebenprodukte der Stärkeindustrie f. d. Ernährung. Arch. f. Anat. u. Physiolog. (Phys. Abt.), 1916.
21. — Die Verdaulichkeit von Spelzmehl beim Hunde. Arch. f. Anat. u. Physiol. (Phys. Abt.), 1916.
22. — Der Nährwert des durch Alkali aufgeschl. Strohes beim Hunde. Arch. f. Anat. u. Phyiol. (Phys. Abt.), 1917.
23. — Die Resorbierbarkeit der Nährhefe. Münchner med. Wochenschrift, 1916, 8.
24. — Alte und neue Irrwege nuf dem Gebiet der Volksernährung. Die Die Naturwissenschaften, 1929, Heft 47.
25. Schottelius, Untersuchung über Nährhefe. Deutsche Mediz. Wochenschrift, 1915, 28.
26. Sell, Beiträge zur Brotfrage. Arbeit aus dem Kais. Gesundheitsamt, 1893, 8.
27. Stoklasa, Das Brot der Zukunft. Jena 1917.

Lebenslauf.

Am 15. Dezember 1910 wurde ich, Walter John Marian Zabel, als Sohn des Kaufmanns Karl Zabel und seiner Ehefrau Ida, geb. Redecker, zu Hamburg geboren. 1917 kam ich in die Hamburger Thaer-Oberrealschule vor dem Holstentor, in der ich während meiner ganzen Schulzeit bis zum Abitur, das ich Ostern 1931 bestand, blieb. Ich studierte von Ostern 1931 während 3 Semester Zahnmedizin in Hamburg, machte im Oktober 1932 mein Physikum, und nach Ablauf weiterer 4 Semester in Hamburg bestand ich im Dezember 1934 mein zahnärztliches Staatsexamen. Ein 8. Semester belegte ich von Dezember 1934 ab.